

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON
Année scolaire 1919-1920. — N° 120

LA RADIOTHÉRAPIE AVEC LE TUBE COOLIDGE

AU CENTRE MILITAIRE
DE RADIOLOGIE ET PHYSICOTHÉRAPIE DE LYON

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 15 Mars 1920

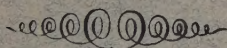
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

LOUIS MONTELS

9, Rue François Dauphin, LYON

Né à Toulouse (Haute-Garonne), le 11 Juillet 1892.



LONS-LE-SAUNIER
C. VERPILLAT, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
AVENUE GAMBETTA

—
Mars 1920

FACULTÉ DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Année scolaire 1919-1920. — N° 120

LA RADIOTHERAPIE AVEC LE TUBE COOLIDGE

AU CENTRE MILITAIRE
DE RADIOLOGIE ET PHYSICOTHERAPIE DE LYON

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 15 Mars 1920

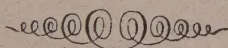
POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

PAR

LOUIS MONTELS

9, Rue François Dauphin, LYON

Né à Toulouse (Haute-Garonne), le 11 Juillet 1892.



LONS-LE-SAUNIER
C. VERPILLAT, IMPRIMEUR-ÉDITEUR
AVENUE GAMBETTA

Mars 1920

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. HUGOUNENQ. DOYEN.
LÉPINE ASSESSEUR.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. AUGAGNEUR, SOULIER, CAZENEUVE, PIERRET, BEAUVISAGE,
LACASSAGNE, MORAT, TESTUT.

PROFESSEURS

Cliniques médicales	MM. TEISSIER
	ROQUE
	BARD
	TIXIER
Cliniques chirurgicales	BÉRARD
	FABRE
Clinique obstétricale et Accouchements	ROLLET
Clinique ophtalmologique	NICOLAS
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LÉPINE (J.)
Clinique des maladies nerveuses et mentales	WEILL
Clinique des maladies des enfants	POLLOSSON (A.)
Clinique des maladies des femmes	GLUZET
Physique biologique, Radiologie et Physiothérapie	HUGOUNENQ
Chimie biologique	MOREL
Chimie organique et Toxicologie	MOREAU
Matière médicale et Botanique	GUIART
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	X...
Anatomie	POLICARD
Anatomie générale et Histologie	DOYON
Physiologie	COLLET
Pathologie interne	MOURIQUAND
Pathologie et Thérapeutiques générales	PAVIOU
Anatomie pathologique	POLLOSSON (M.)
Médecine opératoire	ARLOING
Médecine expérimentale et comparée	ETIENNE MARTIN
Médecine légale	COURMONT
Hygiène	PIC
Thérapeutique	FLORENCE
Pharmacologie	

PROFESSEURS ADJOINTS

Maladies des oreilles, du nez et du larynx	MM. LANNOIS
Pathologie externe	VALLAS
Maladies des voies urinaires	ROCHET

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Chimie minérale	MM. BARRAL,	agrégé
Propédeutique de gynécologie	CONDAMIN,	—
Chirurgie infantile	NOVÉ-JOSSERAND,	—
Accouchements	COMMANDEUR,	—
Embryologie	LATARJET,	—
Anatomie topographique	PATEL,	—
Botanique	BRETIN,	—
Chirurgie expérimentale	VILLARD,	—
Clinique infantile	X...,	—
Déontologie et médecine professionnelle	X...,	—

AGRÉGÉS

MM.	MM.	MM.	MM.
BARRAL	BRETIN	GUILLEMARD	THÉVENOT (Lucien)
COMMANDEUR	LERICHE	POLICARD	PIÉRY
NEVEU-LEMAIRE	THÉVENOT (Léon)	GARIN	COTTE
LAROYENNE	TAVERNIER	SAVY	DUROUX
VORON	CADE	FROMENT	BONNAMOUR, chargé
NOGIER			des fonctions.
LATARJET			SARVONAT, id.

M. BAYLE, secrétaire.

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

MM. CLUZET, Professeur, Président ; POLICARD, Agrégé, Assesseur ;
NOGIER, Agrégé ; et BONNAMOUR, Médecin des Hôpitaux.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE VÉNÉRÉE DE MON
TRÈS REGRETTÉ PÈRE
ET DE MES CHERS DISPARUS

A MA FEMME CHÉRIE

« Elle fut pour nous la précieuse compagne de notre fin d'études et par ses conseils et ses encouragements, nous aida magnifiquement à mener à bonne fin, un travail devenu ingrat, par l'inertie de quatre années de guerre.

« Avec tout notre amour infini, nous lui adressons ici notre vive reconnaissance. »

A MA FILLE CHRISTIANE

« Nous lui souhaitons ici notre heureuse bienvenue en ce monde ».

A MA MÈRE BIEN-AIMÉE

« Elle se sacrifia toute une vie pour mener à bonne fin, l'éducation de ses deux enfants ; et avec notre entière reconnaissance pour nous avoir fait ce que nous sommes, nous lui adressons aujourd'hui un pieux témoignage de l'amour profond que nous avons pour elle ».

A MA PETITE SŒUR
A MON BEAU-FRÈRE LOUIS LAMBERT

« En souvenir de la tendre affection qui nous unit à eux ».

A MA TRÈS CHÈRE MARRAINE

« Elle fut pour nous une seconde mère, nos déceptions et nos joies furent les siennes, elle nous entourait toujours de sa tendresse et de ses gâteries. Nous lui adressons ici toute notre reconnaissance ».

A MA NOUVELLE FAMILLE

« Témoignage de reconnaissance filiale et très dévouée. »

A MA TANTE
MADAME VEUVE BERNARD GUITTARD

« Nous lui rendons ici un profond hommage
de reconnaissance et d'affection sincère ».

A LA FAMILLE J. CARDON
ET A MON CHER COUSIN ALPHONSE CARDON

A MON TRÈS CHER AMI
LE DOCTEUR ADOLPHE OHLICHER

« Six années de bonne camaraderie nous ont
permis de découvrir en lui un véritable ami.
Avec tous nos vœux pour l'avenir, nous l'assu-
rons ici de notre attachement inébranlable. »

A TOUS MES AMIS
ET A MES CAMARADES DE PROMOTION
LES DOCTEURS JALRAS AUBAN, BRÉE,
BONNETERRE, DESANGLES, GABRIELLE,
MILLO, POMMÉ, PINARD, RAMERY,
POURTAUD ET VACHET.

A mon Président de Thèse :

MONSIEUR LE PROFESSEUR J. CLUZET

Chevalier de la Légion d'honneur,

Docteur ès-Sciences,

Professeur de Physique biologique à la Faculté de Médecine de Lyon.

Ancien Médecin-Chef du Centre militaire de Physiothérapie
et de Radiologie de la XIV^e Région

« Après nous avoir, pendant un an, au retour de la grande guerre, accueilli avec la plus grande bienveillance, nous faisant travailler à ses côtés, il nous fait le grand honneur d'accepter la présidence de la thèse qu'il nous a inspirée. Nous tenons à lui exprimer ici notre profonde reconnaissance et le prions d'accepter nos respectueux remerciements ».

A mes Juges :

MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ POLICARD

MONSIEUR LE PROFESSEUR-AGRÉGÉ NOGIER

**MONSIEUR LE DOCTEUR BONNAMOUR, MÉDECIN
DES HÔPITAUX.**

**A MES MAÎTRES DES FACULTÉS ET DES HÔPITAUX
DE TOULOUSE ET DE LYON
ET DE L'ÉCOLE DU SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE.**

A LA MÉMOIRE DE MES CAMARADES TUÉS A L'ENNEMI.

A MES CAMARADES DU 8^e RÉGIMENT D'INFANTERIE.

A MON AMI LE DOCTEUR LOUIS LEFÈVRE

Licencié ès-sciences,

Ancien Interne provisoire des Hôpitaux de Paris,

Médaille de bronze de l'Assistance publique.

« Il fut pour nous un ami plus qu'un chef
et par sa grande sollicitude et son réconfort
incessant, nous aida à surmonter les mille
difficultés d'une campagne semée parfois de
désillusions et d'ennuis. Nous lui en exprimons
ici notre grande reconnaissance ».

A MON FRÈRE D'ARMES LE LIEUTENANT

MARCEL ELLEBOODE.

A MONSIEUR LE MÉDECIN-INSPECTEUR SIMONIN

Officier de la Légion d'honneur

Directeur de l'Ecole du Service de Santé militaire

« Il nous a accueilli toujours avec une grande
bienveillance ; en lui dédiant notre modeste
travail nous lui donnons un gage de notre
respectueux hommage ».

AVANT-PROPOS

Lorsque, le 11 janvier 1919, à Wiesbaden, deux mois après la signature de l'armistice qui mettait fin à la grande guerre et consacrait la défaite de la « Kultur » teutonne, nous quittions le 8^e régiment d'infanterie avec lequel nous avions vécu 30 mois de misère et de gloire pour venir retrouver après plus de 4 ans d'absence, cette faculté de médecine où nous n'avions pour ainsi dire auparavant fait que passer, nous eûmes le cœur vivement et cruellement impressionné au souvenir des bons camarades maîtres et étudiants que nous n'y retrouverions hélas plus et également à la perception immédiate de la réalité.

Il s'agissait de terminer en effet, et du mieux possible, nos études médicales commencées en 1911 et si fâcheusement interrompues.

Sans doute, nous allions pouvoir compter sur les égards de nos maîtres de la Faculté et des Hôpitaux, sans doute, nous allions retrouver leurs leçons savantes et coutumières, mais nous n'étions plus les étudiants de 1912-1913-1914 ; et cette méthode de travail, cette faculté d'assimilation que nous avions acquises au Lycée d'abord puis apportées et perfectionnées à la Faculté, tout cela avait également subi l'empreinte de la guerre et en portait les traces indélébiles.

Prié de cliniques, de conseils depuis si longtemps, vers quel côté allions nous diriger nos aptitudes ?

Angoissant problème, que seul un maître dévoué et éclairé pouvait résoudre.

En mars 1919, nous nous rendîmes donc auprès de Monsieur le Professeur CLUZET dont nous avions avec intérêt, pendant l'année scolaire 1913-1914, suivi les

cours de Physique médicale à la Faculté et le priâmes de vouloir bien nous faire l'honneur d'accepter la présidence de notre thèse, ce à quoi il acquiesça avec sa bienveillance si connue.

Il nous proposa donc le sujet qui fait le texte de notre travail et par ses conseils éminents et répétés nous permit de mener à bonne fin la thèse que nous avons entreprise.

Sans doute, très nombreux ont été surtout parmi nos ennemis d'hier ceux qui se sont occupés de cette question pleine d'intérêts et prometteuse de grands résultats qu'est la Radiothérapie, mais nous croirions manquer à tous nos devoirs que de ne pas rappeler les travaux qui ont été faits dans ce sens en France et dont les noms des auteurs illustrent notre bibliographie et notre petit travail.

Nous avons cru contribuer pour une faible part à la question en parlant de ce qu'est devenue cette science à Lyon pendant la guerre et spécialement à l'aide du nouveau tube américain l'Ampoule Coolidge, dont nous souhaitons de voir l'entrée de plus en plus fréquente dans le domaine de la pratique.

INTRODUCTION

Parmi les différents services, groupés pendant la guerre au Centre de Physiothérapie et de Radiologie militaire de Lyon, le Service de Radiothérapie a été un de ceux, qui par les diversités des affections auxquelles il s'adressait, a retenu un des plus grands nombres de malades et a obtenu un des chiffres les plus satisfaisants de guérisons. Les résultats indiqués dans le quatrième chapitre de notre étude dénoteront d'ailleurs de l'activité et de l'importance du Service de Radiothérapie au Centre Radiologique.

Le Service de Radiothérapie a fonctionné au Centre militaire de Lyon, pendant toute la durée de la guerre, sous la direction de M. le Professeur Cluzet, médecin-chef.

L'installation était une installation Gaiffe avec laquelle on fit fonctionner tour à tour des ampoules Chabaud et Pilon.

Mais, depuis Mars 1919, les anciennes ampoules firent place à l'ampoule Coolidge dont les Etablissements Pilon, à Asnières (Seine), ont seuls le monopole de la représentation pour la France.

Nous allons essayer de mentionner les services rendus au Centre radiothérapique par ce nouveau tube, d'invention Américaine, tant au point de vue des mesures qu'il a permis d'effectuer, qu'au point de vue de ses applications thérapeutiques.

Au commencement de notre étude, qui comprendra 4 parties, nous établirons d'abord, un parallèle entre le fonctionnement d'un tube ordinaire et celui d'une ampoule Coolidge en rappelant dès le début le fonctionnement d'un tube roëntgénien en général.

Puis, nous nous occuperons du montage du tube ainsi que de sa mise en marche et de son réglage.

Dans une 3^e partie, nous donnerons un aperçu des mesures opérées par nous, grâce à la méthode électroscopique.

Enfin dans un 4^e et dernier chapitre, nous parlerons des résultats thérapeutiques obtenus.

CHAPITRE PREMIER

ETUDE PHYSIQUE DU TUBE COOLIDGE

Le fonctionnement d'un tube à rayons X ordinaire est basé sur le fait de la décharge électrique entre deux électrodes dans un milieu raréfié. L'émission des rayons X issus de cette décharge dépend à son tour de l'ionisation du gaz contenu dans l'ampoule, ionisation, qui a engendrée des ions positifs.

Ces ions viennent alors frapper avec une vitesse très grande la cathode qui émet des électrons, et ceux-ci formant le faisceau cathodique, vont frapper l'anticathode qui sera alors génératrice de rayons X.

C'est donc de la raréfaction d'un gaz contenu dans le tube, c'est-à-dire du nombre de ses molécules que dépendra la constance et la régularité du fonctionnement de ce dernier. En effet, la pénétration d'un faisceau de rayons X dépend de la vitesse des électrons cathodiques au moment où ceux-ci viennent frapper l'anticathode ; donc pour obtenir des rayons très pénétrants on est obligé de raréfier le gaz contenu dans le tube, d'où diminution du nombre des chocs ioniques, d'où moindre chiffre de collisions pour un même électron et par conséquent augmentation de la vitesse de ce dernier. Mais, on arrive ainsi et bientôt à la limite extrême de raréfaction, au-delà

de laquelle le tube n'admettrait plus le passage d'aucun courant, c'est ce que l'on exprime en disant que le tube est « calé ». (Revue générale de l'Electricité 1917).

Un état semblable, correspond à l'état de « Vide de Hittorf ».

Grâce à des appareils régulateurs de vide, adjoints aux tubes ordinaires à R. X, on peut mettre ces tubes à l'état de stabilisation voulue et d'un tube dur, par exemple, faire un tube à rayons moins pénétrants.

Pour cela, il suffit avec le régulateur, et suivant un procédé que nous n'avons pas à décrire ici, d'introduire une certaine quantité de molécules gazeuses à l'intérieur du tube.

Il suffira donc, que les électrodes ayant absorbé une certaine quantité de gaz, le libèrent à un moment quelconque, pour que la pression dans le tube augmente, et que le faisceau de rayons X devienne plus intense et les rayons par conséquent moins pénétrants.

Si au contraire, par suite de l'absorption du gaz par les électrodes ou les parois de verre du tube, la pression diminue, l'émission cathodique diminue elle aussi, le tube devient plus résistant et la différence de potentiel aux bornes devient plus grande ; par suite, la vitesse des électrons croît et le faisceau devient plus pénétrant.

Etant données ces différences continuelles, dans l'état du tube, qui pendant son fonctionnement peut, soit libérer, soit absorber une partie du gaz qu'il contient et par conséquent faire varier sa résistance,

il est extrêmement difficile, avec de tels tubes d'opérer des mesures rigoureuses, puisque les conditions de l'expérience peuvent changer d'un moment à l'autre.

Dans l'ampoule Coolidge, entrée dans la pratique en 1914, ces causes d'instabilité disparaissent.

C'est un tube à cathode incandescente fonctionnant par décharge d'électrons indépendants (pure électron discharge des Américains).

Le vide est poussé dans ce tube aussi loin que possible (Vide de Hittorf) et les électrodes ainsi que les parois du tube ont été débarrassées de tout gaz dont le dégagement ultérieur aurait pu faire varier la résistance de l'ampoule.

Ici, la production des électrons par la cathode ne dépend pas du bombardement de celle ci par les ions positifs issus du gaz contenu dans le tube, comme dans les tubes à R. X. ordinaire, mais est due à un phénomène thermo-électrique ou mieux thermionique, produit par l'échauffement d'un filament en spirale placé au centre de l'organe formant la cathode.

C'est l'application de l'effet Edison, propriété qu'ont les corps d'émettre à chaud des électrons : (Un corps incandescent émet des électrons qui ionisent le gaz ambiant ou rendent conductrice l'enceinte vidée qui les contient).

A l'encontre des tubes ordinaires à R. X, l'absence de bombardement ionique appréciable du filament, permet de maintenir celui ci sans difficulté à une température constante.

Nous pouvons donc obtenir grâce à l'incandescence du filament, un nombre d'électrons à peu près constant dont la vitesse dépendra seulement de la différence de potentiel entre les électrodes du tube.

C'est ainsi que si nous entretenons la même différence de potentiel et que nous ne faisons varier que la température du filament, le nombre d'électrons fournis changera et l'intensité du faisceau de rayons X sera par là-même modifiée (Application de la loi de Richardson).

Ainsi, pouvons-nous avoir à volonté, une variation connue de notre faisceau en quantité.

Si au contraire, nous ne modifions pas la température du filament et que nous nous bornions à faire varier seulement la différence de potentiel entre les électrodes, nous ferons augmenter ou diminuer la vitesse des électrodes mais sans toucher à leur nombre : nous obtiendrons ainsi, un faisceau plus ou moins pénétrant, mais gardant son intensité.

Et ici, c'est la qualité de notre faisceau que nous avons pu faire varier à notre gré.

Nous résumerons donc ainsi qu'il suit les trois qualités principales qui font la supériorité du Coolidge sur les autres tubes :

1° Stabilité absolue au régime choisi, sans nécessité de régénération.

2° Réglage instantané du faisceau de rayons X soit en intensité, soit en pénétration et passage possible d'un rayonnement dur à un rayonnement mou ou inversement, à l'aide d'un rhéostat.

3° L'intensité du rayonnement, peut atteindre faci-

lement une limite bien supérieure à celle des ampoules ordinaires.

Il est à remarquer en effet, que si dans les tubes ordinaires, la paroi de verre s'échauffe et peut atteindre une température considérable par suite du bombardement cathodique secondaire, dans le Coolidge, la paroi ne s'échauffe pas notablement, ainsi que la cathode.

La limite supérieure de puissance électrique admise par le tube ne dépend donc que de la résistance de l'anticathode.

Parmi les différents modèles de tubes existant, le tube que nous avons expérimenté est du type dit « Type Standard » à foyer large.

Il peut supporter des charges beaucoup plus grandes que celles appliquées jusqu'ici aux tubes ordinaires puisqu'il peut supporter aisément un fonctionnement de 20 milliampères sous 90.000 V par exemple pendant quelques minutes.

Description. — Ce tube (fig. 1) est constitué par un ballon de verre de 180 millimètres de diamètre.

Aux deux pôles du ballon de verre se trouvent deux longs cols, l'ensemble a une longueur de 50 centimètres environ. A l'extrémité cathodique est une douille à vis Edison servant à amener le courant au filament.

Du côté anticathode un simple capuchon à anneau sert à accrocher le fil positif à haute tension.

Le tube se connecte normalement à la source à haut potentiel par les capuchons de cathode et d'anticathode.

Le passage du courant se fait par des électrons libérés par la cathode portée à l'incandescence.

Cathode. — La cathode est essentiellement constituée par une spirale en fil de tungstène (fig. 1) supportée par 2 tiges de molybdène reliées aux bornes du transformateur.

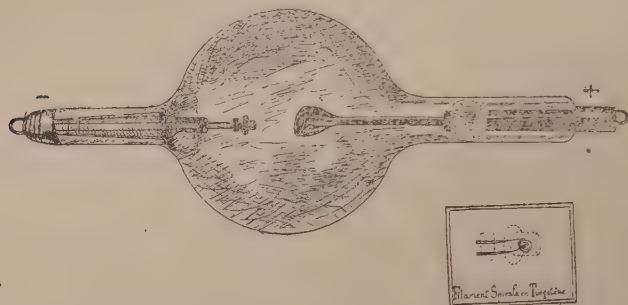


Fig.1. — Ampoule Coolidge "Type Standard" demi schématique (Extrait de H. Pilon)

Diamètre du ballon 180 %, longueur totale 500 %, anticathode massive en tungstène

Pour diriger et façonner en quelque sorte, le faisceau d'électrons émis par la cathode et aussi pour mettre le filament à l'abri de l'attraction électrostatique la spirale est entourée par une pièce cylindrique en molybdène formant manchon et servant de vecteur aux électrons dégagés.

Anticathode. — L'anticathode sert aussi d'anode. Formée par un bloc de tungstène de 100 gr. placé au point d'impact et supporté par une longue tige de molybdène maintenue dans un dispositif de soutien, elle est inclinée à 45°. Cette anticathode est la seule anode du tube et est reliée au pôle positif.

Le vide final qui règne dans ces tubes est nous

l'avons vu poussé très loin, de l'ordre de quelques centièmes de micron ; donc, tant que le filament n'est pas incandescent le tube ne laissera passer aucun courant.

Lors du fonctionnement, l'éclat que prend le corps de l'anticathode, ne doit pas effrayer, car la puissance rayonnée croissant très rapidement avec la température il s'établit bien vite un équilibre entre l'énergie rayonnée et la puissance calorique fournie au tube.

On doit toutefois veiller à ce que le foyer de l'anticathode ne devienne pas incandescent, car le tungstène pourrait se vaporiser à ce point et par là même détériorer le tube.

La limite de sécurité semble être donnée par la teinte que prend la tige supportant l'anticathode qui ne doit pas rougir à moins de 3^{cm} du cylindre qui la supporte.

Si l'on veut continuer de fonctionner avec l'anticathode à très haute température, il faut envoyer un courant d'air sur le verre de l'ampoule pour l'empêcher d'atteindre un échauffement exagéré par la radiation de l'anticathode.

Ce courant d'air doit être envoyé naturellement avant le début du fonctionnement du tube lorsque celui-ci est encore froid.

En outre, pour les régimes élevés, l'anticathode du tube portée au rouge peut produire un grand nombre d'électrons qui par suite d'onde inverse, permettraient au tube de s'inverser. Il est donc obligatoire d'avoir monté sur l'installation des soupapes d'ondes bien réglées.

La soupape employée est une soupape modèle Villard avec osma régulateur (fig. 2).

Cette soupape est disposée de manière à ne laisser passer le courant que dans un seul sens, celui pour lequel l'électrode en spirale est cathode.

Pour ces sens du courant, la résistance de la soupape est négligeable.

En sens inverse, il se produirait une pulvérisation de l'anticathode du tube ce qui altérerait la régularité de son fonctionnement.

On dispose la soupape, l'électrode en spirale reliée à l'anode du tube Coolidge et la petite électrode au pôle positif de la bobine.

Comme le tube, la soupape en fonctionnant a une tendance à durcir d'autant plus marquée qu'elle est plus neuve et que le débit est plus intense. Elle se règle exactement comme les tubes ordinaires à R. X. avec régulateurs

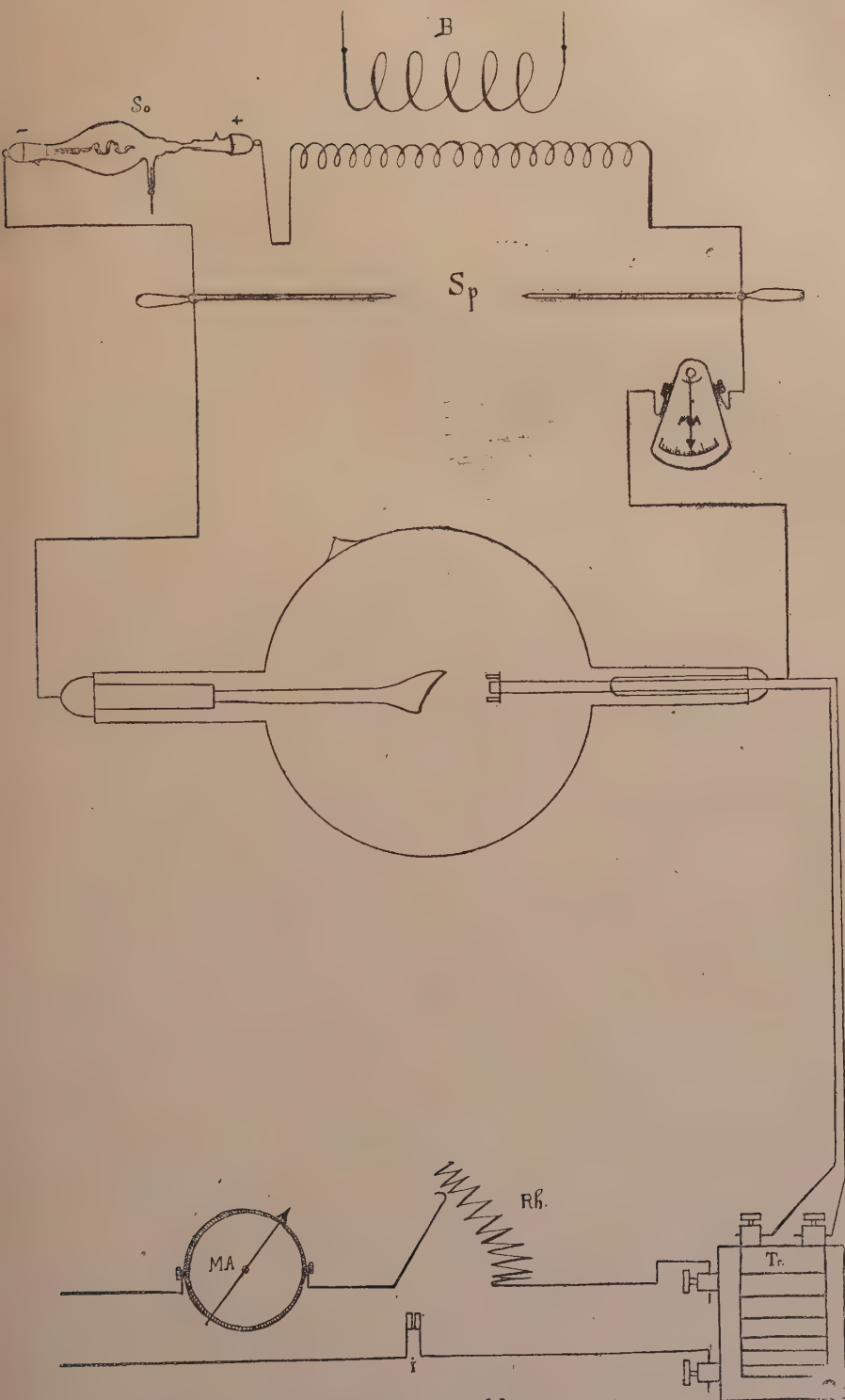


Fig. 2. — Schéma de Montage du Tube

Le filament, seul organe qui différencie par son emploi, le Coolidge des tubes ordinaires est placé à la cathode et est alimenté par un transformateur statique (5 Amp. 10 volts) ; Le réglage se fait sur le primaire au moyen d'un rhéostat ordinaire placé à la portée de l'opérateur.

Le primaire de ce transformateur est alimenté par le courant alternatif du secteur, le secondaire est est connecté à la cathode du tube.

Le circuit de chauffage du filament est au potentiel du tube, en conséquence, on doit veiller à ce qu'il soit isolé de la terre, de l'opérateur et du malade à traiter.

Les Américains fabriquent aussi le tube « Baby Coolidge » de dimensions plus petites que celles du Standard.

En outre, l'anticathode est refroidie par des ailettes mécaniques de telle sorte que les électrons ne se transmettent que dans un sens et que l'emploi des soupapes est par suite inutile.

Mais ce tube a comme inconvénient de ne pouvoir supporter des diff. de pot. supérieures à 50.000 volts (10^5 E E environ).

Il n'est donc pas utilisable en radiothérapie et nous signalons seulement son existence.

Nous résumons en 4 points cardinaux les propriétés fondamentales du tube Coolidge.

I. Fixité du point d'impart, mobile fréquemment dans les tubes ordinaires.

II. Absence de lueurs des parois de l'ampoule pendant le fonctionnement, très grandes dans les

tubes ordinaires par bombardement de la paroi par rayons X secondaires émis de l'anticathode.

III. Le fonctionnement du tube n'échauffe pas la cathode.

IV. Le tube peut sélectionner lui-même son courant si la puissance appliquée est inférieure à celle susceptible de porter au rouge l'anticathode qui alors émettrait elle-même des électrons.

Mais, malgré ces propriétés, le tube Coolidge a malheureusement le gros inconvénient d'être d'un prix d'achat très élevé. D'une valeur marchande de 600 fr. avant guerre, le Coolidge est passé maintenant à un prix de 1.500 francs somme considérable étant donnée, la grande fragilité du tube.

CHAPITRE II

A. — Montage du tube Coolidge. — Le fonctionnement du Coolidge pour la radiothérapie nécessite un appareillage à haut débit. Celui qui nous a permis de faire nos recherches et qui a été employé au Centre de Radiothérapie de Lyon est une crédence Gaiffe à 3 étages qui avait déjà servi au fonctionnement des ampoules Chabaud et Pilon et que nous allons décrire.

Crédence Gaiffe. — La crédence Gaiffe (fig. 3) est disposée sur 3 étages, à savoir :

- 1) En bas, l'intempeur autonome (turbine à mercure) ;
- 2) Au milieu, le tableau de distribution ;
- 3) En haut, la bobine d'induction ;

Sur les côtés sont les appareils de mesure, (milliampèremètre, spintermètre, etc...), le rhéostat et le milliampèremètre du circuit de chauffage avec le transformateur.

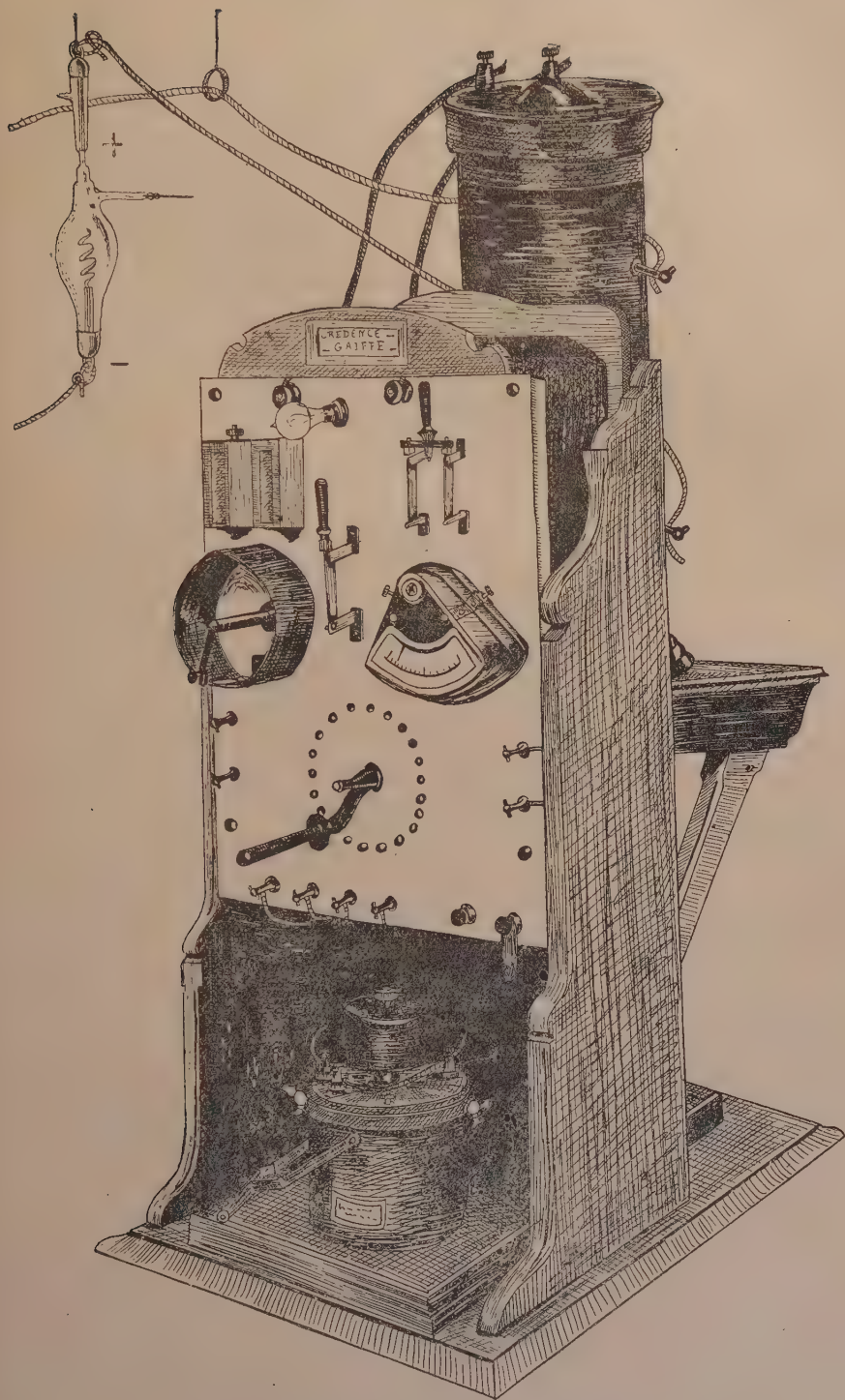


Fig. 3. — Crédence Gaiffe

Enfin, la soupape contre l'onde inverse dans le cas du tube de type Standard se trouve sur le circuit à haute tension. Le courant primaire fourni au tableau de distribution était le courant continu de 110 volts dont nous faisons des interruptions plus ou moins rapides avec la turbine à Hg, commandée elle-même par un rhéostat de vitesse.

La turbine située au-dessous du tableau de distribution sur une planchette spéciale est du grand modèle de Gaiffe.

Tableau de distribution (fig. 3. — Il comprend : En haut, une lampe, au-dessous, deux plombs de sécurité et la manette d'un interrupteur général.

Au milieu du tableau, se trouvent en allant de gauche à droite :

- 1) Un rhéostat de vitesse pour la turbine ;
- 2) L'interrupteur du primaire circuit de la bobine ;
- 3) Un ampèremètre gradué de 0 à 20 ampères ;

Au-dessous est fixé le rhéostat du circuit à haute tension avec ses 22 plots.

Enfin, au bas du tableau sont les bornes pour les fils venant de l'interrupteur autonome.

La bobine d'induction constitue le générateur du courant à haute tension, elle est de 35 centimètres d'étincelle.

A côté de la crédence nous avons disposé les différents appareils de mesure, de sécurité sur le circuit du secondaire (fig. 2).

Le courant à haute tension qui part de la bobine passe d'une part, par la soupape d'ondes, qui est placée en tension sur lui, et y circule du pôle positif

au pôle négatif pour toutes les ondes d'ouvertures seulement ; avec arrêt des ondes de fermeture.

Un milliampèremètre placé également sur le circuit, nous renseigne sur l'intensité que nous avons cherché d'obtenir constante à 1^{m} Amp, 5 pour toutes nos expériences et dans nos traitements.

Un spintermètre monté en dérivation sur le circuit secondaire et gradué pour des longueurs d'E. E de 0 à 20 nous renseigne également à chaque instant sur la valeur et les variations du potentiel.

Le reste de l'appareillage est consacré au circuit de chauffage du filament :

Le filament est allumé par un courant dérivé du secteur à 110 volts alternatif, il se distribue d'abord à un petit tableau comprenant un milliampèremètre gradué de 0 à 1000 (maintenu à 466-470), un rhéostat et le commutateur.

Nous avons dû adjoindre une résistance en tension car celle donnée par Gaiffe était insuffisante.

Le transformateur est situé sur une planchette élevée, il reçoit le courant venant du tableau ci-dessus et donne du courant de 12 volts qui va se connecter à la cathode du Coolidge.

Entretien de l'appareillage. — Il est nécessaire de tenir toute l'installation dans un état de propreté impeccable et, notamment d'enlever la poussière, l'humidité pouvant se trouver sur la bobine, le tube et son pied-support.

L'interrupteur à mercure doit être vérifié avant chaque séance, les buses nettoyées et le mercure filtré, l'air renfermé dans l'appareil doit être complé-

tement chassé par un courant de gaz d'éclairage par exemple.

Si l'air n'a pas été bien expurgé, il se produit une explosion intérieure au moment de la mise en marche d'où surpression considérable et danger.

B. — Technique radiothérapique employée. —
En radiothérapie, les résultats dépendant surtout de la technique employée, nous allons aussi complètement que possible décrire celle-ci :

Mise en marche. — L'interrupteur autonome étant mis en marche l'on allume le filament. Si l'on ferme l'interrupteur commandant le circuit à haute tension pendant que le filament est froid, aucun courant ne passe dans le tube quelque soit la différence de potentiel appliquée (100.000 volts et plus). Dès que l'on chauffe, le courant s'établit et le tube fonctionne.

Pour avoir un rayonnement de pénétration convenable, on agit alors sur le rhéostat du circuit à haute tension et l'on fait croître ainsi la diff. de potentiel aux bornes du tube jusqu'à ce qu'elle ait atteint la valeur correspondante à la dureté désirée.

Plus le courant acquiert un potentiel élevé, plus les particules cathodiques ont une grande vitesse ; la qualité du rayonnement se modifie, les rayons X sont plus pénétrants.

Réglage. — Pour régler ensuite l'intensité de ce rayonnement, on agit sur le rhéostat du circuit de chauffage du filament jusqu'à ce que le milliampèremètre indique le courant convenable.

Plus l'on chauffe la spirale, plus le nombre d'élec-

trons mis en liberté augmente, plus croît aussi la quantité de rayons X émis.

Si la différence de potentiel aux bornes du tube se maintient constante, quelle que soit l'intensité du courant le tube est complètement réglé.

L'appareil étant ainsi réglé, on coupe le courant du tube en laissant en place la manette du rhéostat et le filament allumé. On place alors le sujet et on ferme à nouveau le courant.

Les aides. — Nous étions secondés dans nos expériences comme d'ailleurs dans les séances de traitement des malades par deux aides.

L'une, remplissait les fonctions de secrétaire et notait rigoureusement les conditions de l'expérience ou de l'application thérapeutique des rayons et nous servait également à enregistrer les temps ; c'est ainsi qu'elle avertissait sous notre contrôle de l'expiration du temps d'irradiation que nous lui avions préalablement fixé.

La deuxième aide était la manipulatrice. Elle nous aidait à disposer l'ampoule à la hauteur voulue au-dessus de la table d'examen, à placer les filtres et les lames de protection. Enfin, elle opérait la manœuvre au tableau de distribution et surveillait surtout la constance de l'intensité au milliampèremètre du filament et l'éclatement de l'étincelle au spintermètre.

Cette surveillance devait être très rigoureuse, car de nombreuses variations et des sautes de parfois 3 ou 4 milliampères survenaient au milliampèremètre pendant la durée de la séance.

Aussi, devait-on constamment avoir l'œil fixé sur

cet appareil et être prêt à manœuvrer le rhéostat du filament de chauffage, ou celui du tableau de distribution au secondaire.

Protection. — Il est tout à fait inutile pour la radiothérapie, de se tenir tout près du tube Coolidge ; l'opérateur doit au contraire, éviter de séjourner dans la zone irradiée, pour éviter les dangers du tube, dont le fonctionnement ne se révèle par aucun aspect spécial, à l'encontre des autres tubes à rayons X ordinaires qui deviennent fluorescents au moment de leur fonctionnement.

Le manipulateur se trouve donc près du tableau ayant sous la main, toutes les commandes afin de n'avoir jamais à s'approcher du tube lorsque celui-ci fonctionne.

En l'espèce, la distance de l'ampoule au tableau était de 5^m50.

Les rayons directs ne sont pas les seuls contre lesquels on doit se mettre en garde et les rayons secondaires ne doivent pas être négligés davantage.

Aussi, en plus de la cupule protectrice entourant l'ampoule, nous avons disposés des écrans en verre spécial plombé qui pouvaient également servir à la protection à distance dans les régions de la salle où nous nous trouvions.

Mais à côté de la protection de l'opérateur nous avons eu aussi à nous occuper de la protection du malade à irradier

Pour cela nous possédions un jeu assez important de lames de plomb de 1^{mm} qui nous servait à isoler du faisceau incident issu de l'anticathode toutes les

parties voisines de la région à traiter à l'exception de celle-ci.

Cette manière de procéder quoique générale était surtout employée dans le cas d'adénites inguinales pour protéger de l'irradiation, les testicules et la verge avec leur système pileux.

Nous moulions en quelque sorte, la région à protéger avec les lames de plomb (fig. 6).

Mais, cette protection du sujet n'était pas tout à fait suffisante et après avoir abaissée l'ampoule, nous plaçons en regard de chacune de ces deux connexions et sur le sujet une lame de caoutchouc rectangulaire de $25^{\text{cm}} \times 30^{\text{cm}}$ de côté et de 9^{mm} d'épaisseur pour éviter les éclatements pouvant se produire entre les fils connectés et la surface du corps du sujet trop rapprochée.

Le sujet étant ainsi protégé du mieux possible et la surface à irradier étant bien délimitée par les plaques de plomb formant diaphragme, nous plaçons sur elle et suivant les cas le filtre d'une épaisseur déterminée. (Nous n'avons jamais dépassé 3^{mm} d'épaisseur de filtre) ou bien nous opérons à nu.

C'est ainsi qu'en général, suivant que nous ayons affaire à une affection superficielle ou profonde nous opérons sans filtre ou nous mettons une épaisseur de filtre suffisante pour arrêter les rayons de faible pénétration et noçifs pour les premiers centimètres de tissus.

Nous faisons également varier la longueur d'étincelle suivant les cas.

Pour la durée d'irradiation, nous nous sommes

pénétrés de ce principe qu'en radiothérapie il faut donner d'emblée en une séance la quantité de rayons X nécessaires pour obtenir le résultat cherché, les petites doses fragmentées à quelques jours d'intervalle pouvant être absolument insuffisantes et parfois même dangereuses.

Des mesures préliminaires nous ont montré qu'avec notre installation, la dose de 5 H nécessaire à l'épilation était obtenue en 11 minutes avec l'ampoule Chabaud, sous le régime de 0^{mA} 5 et 10^{cm} d'E. E. Avec les tubes Pilon, la même dose était obtenue en 5 minutes sous le régime de 1^{mA} 5 et 10^{cm} d'étincelle.

Avec le tube Coolidge, les mesures électroscopiques nous ont montré que le rendement est inférieur et la dose de 5 H nécessitait une irradiation plus grande. Comme nous le verrons plus loin, avec le Coolidge et pour les affections superficielles, nous avons fixés à une durée de 7' avec 10^{cm} E. E, l'irradiation qui, avec les tubes Pilon, nécessitait seulement une durée de 5'. Pour les irradiations profondes, nous avons fait des irradiations de 21 minutes en 3 séances distinctes et avec des longueurs d'étincelle de 14^{cm}, 18^{cm}, 20^{cm} et des épaisseurs de filtres de 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm}.

En général, les séances massives, mais ne dépassant pas la dose maximum supportable par les téguments, sont plus efficaces et présentent moins de danger, car multiplier les séances, c'est augmenter les risques d'altération de la peau et s'exposer souvent à des échecs thérapeutiques.

Quand à la distance de l'ampoule, c'était en général

au contact immédiat du filtre et du sujet que nous la plaçons.

D'autre part, afin de nous rendre compte exactement des régions que nous avons à traiter et de celles qui avaient subies déjà une irradiation, et cela pour chacun de nos malades, nous repérons exactement au crayon dermatographique sur le malade lui-même, la zone à irradier et plaçons des plaques de plomb tout autour de cette surface pour protéger les parties avoisinantes.

Nous recommandions au malade, après la séance de ne point effacer ces repères jusqu'à la nouvelle visite.

De plus, si la moindre trace de radiodermite, avait tendance à se manifester après l'une des applications nous préférons surseoir à l'irradiation suivante.

Toutes ces notions étant données nous ajouterons que c'est avec un même tube Coolidge que le centre de Radiothérapie a pu fonctionner du mois de mars au mois de juillet 1919, date à laquelle un accident tout à fait indépendant de son fonctionnement provoqua la destruction de ce tube.

Depuis juillet, le Centre fonctionne avec un nouveau tube que Monsieur le professeur Cluzet a bien voulu mettre à notre disposition pour nous permettre de faire nos expériences.

Pendant ces deux périodes correspondant à un nombre considérable d'irradiations (plus de 1.300), nous n'avons jamais observé de radiodermite et cela

grâce à l'application rigoureuse des deux grands principes que nous suivions :

1° Donner des doses aussi fortes que possible mais sans produire d'altération des téguments quand ils doivent être ménagés.

2° Repos de 3 semaines entre 2 irradiations successives.

CHAPITRE III

MESURES

De nombreuses études, du tube Coolidge ont été faites dans ces dernières années (voir notice H. Pilon 1919).

Nous citerons d'abord les principaux résultats obtenus par Boll et Malet (C. R. Acad. Sciences 1916).

Si nous appelons P la puissance rayonnée sous forme de rayons X, F le rendement pratique en rayons X et D le degré de pénétration moyenne des rayons X émis, d'après les travaux de ces auteurs, il résulte que :

1°) La valeur de P émise par le Coolidge peut atteindre des chiffres 20 fois plus élevés qu'avec les tubes ordinaires.

2°) Le rendement pratique F par hectowatt-heure consommé par la décharge électrique, diminue quand le débit s'accroît, le potentiel étant maintenu constant; ce rendement est analogue à celui des tubes ordinaires pour des rayons mous, mais il devient nettement supérieur, quand on excite le Coolidge au moyen de voltages élevés.

3°) La pénétration moyenne D du rayonnement émis par le tube Coolidge, s'élève très rapidement

avec la longueur de l'étincelle équivalente ; après filtration des rayons au travers de 1^{cm} d'aluminium, on recueille un rayonnement X très pénétrant et beaucoup plus intense, que celui donné sans filtre par un tube ordinaire.

Une autre conclusion des auteurs ci-dessus nommés, est relative à l'hétérogénéité du rayonnement émis. Avec le Coolidge, le rayonnement n'est pas sensiblement plus homogène que celui des autres ampoules radiogènes.

D'ailleurs, Monsieur de Broglie, au moyen de sa méthode d'analyse spectro-photographique (qui consiste à recueillir sur une plaque sensible les radiations d'une ampoule à rayons X diffractées par un cristal tournant sur une plate forme), avait constaté déjà que le spectre du Coolidge est formé d'un fond continu et de 2 groupes de raies caractéristiques du tungstène formant l'anticathode et correspondant à des longueurs d'ondes très petites.

Grâce à sa robustesse, le Coolidge supporte facilement de très hauts voltages, et peut dans ces conditions donner des rayons X très pénétrants et comparables aux rayons Y du radium, contrairement aux tubes ordinaires.

Pour Shearer, la quantité de rayonnement X, varie comme le produit de l'intensité, par le carré du voltage. Ainsi, un tube dans lequel passe 15 MA avec une étincelle équivalente de 10^{cm}, rayonne $15 \times 10^2 = 1.500$ unités ; avec 20^{cm} d'E. et la même intensité, on aurait $15 \times 20^2 = 6.000$ unités, et la

radiation a dans ce dernier cas une pénétration plus élevée.

Avant d'employer les tubes Coolidge en radiothérapie, Monsieur le Professeur Cluzet a voulu procéder lui-même à des mesures quantitatives au moyen de la méthode électroscopique.

Voici les résultats qu'il a obtenus et qui ont été publiés dans le Lyon médical n° 4 du mois d'avril 1919 :

L'appareil qui a servi est un électro-densimètre Benoist, construit, pour évaluer en franklins, la densité de l'électricité statique ; grâce à un dispositif simple qui sera décrit ailleurs, cet appareil permet de mesurer en unités électroscopiques la quantité de rayons X reçus par cm^2 en un temps donné.

J'appelle unité-électroscopique, la quantité de rayonnements qui enlève par ionisation à 1cm^2 la quantité d'électricité correspondante à une division de la graduation en franklins inscrite sur l'appareil.

La méthode a été tout d'abord remise à l'épreuve par la vérification des lois connues telles que la loi des intensités et celle des distances.

Les nombres présentaient une erreur relative inférieure à 10 %.

Voici quelques résultats obtenus avec les tubes fonctionnant sur la même installation Gaiffe à courant continu.

	<u>Q^x</u>	<u>E It^{xx}</u>
Petit Chabaud.....	25	124
Pilon.....	23	136,5
Grand Coolidge....	12	262,5
Petit Coolidge.....	7	430

(^x Q Exprime en unités électroscopiques la quantité de rayons X reçue par minute et par cm^2 à 0^m60 de l'anticathode pour 10^{cm}5 d'étincelle équivalente et 1 Milli Ampère.

^{xx} E It exprime le produit de la longueur d'étincelle par l'intensité et par la durée de la chute de la feuille mobile).

On voit que la quantité de rayonnement est bien inférieure avec les tubes américains, dans les conditions ci-dessus ; elle est sensiblement la moitié, avec le Grand Coolidge et le 1/3 avec le petit de la quantité produite avec les tubes français.

On voit de plus que l'énergie électrique (E It) nécessaire pour produire la même ionisation est beaucoup plus grande avec les tubes américains qu'avec les tubes français.

Voici une plaque sensible irradiée pendant le même temps (5 sec.) successivement et en trois plages différentes avec les 3 derniers tubes, on constate que les intensités des trois images sont très différentes et en rapport avec les valeurs de Q exprimées ci-dessus.

La dose épilante que j'utilise couramment avec les tubes Pilon ou Chabaud, est de 1350 unités électroscopiques, les valeurs de Q montrent que la durée d'irradiation devrait être deux fois plus grande avec

le grand Coolidge et 3 fois plus grande avec le petit, dans les conditions définies ci-dessus.

La dose nécessaire à la Radiographie des extrémités des membres est de 3 unités électroscopiques par cm d'épaisseur ; la dose épilante est donc 450 fois plus grande que ce dernier nombre, Guillemainot avait obtenu 500 fois, par la méthode fluoroscopique.

Avec les filtres d'aluminium, les résultats ont aussi été intéressants.

	Étincelle Equiv.	Quantité Intensité	Quantité reçue par minute et par cm^2 à 0 ^m 60 de l'anti- cathode.		
			Sans-Filtre	Filtre 1 ^{mm}	Filtre 3 ^{mm} 2
Tube pilon.....	10.5	1 M A	25	11	6
Grand Coolidge.....	9.5	1 M A	9	4	2
	18.5	1 M A	20	13	8
Petit Coolidge	10.5	1 M A	7	6	3.5

On voit notamment, qu'avec une longueur d'étincelle de 10^{cm}5 le filtre de 1^{mm} laisse passer moins de la moitié du rayonnement du tube Pilon et presque la totalité du rayonnement du petit Coolidge. Avec ce dernier tube, il faut un filtre de 3^{mm}2 pour absorber la moitié du rayonnement.

Le nouveau tube américain paraît donc, d'après ces mesures électroscopiques, *produire un rayonnement moins intense mais plus homogène que les autres tubes.*

Il y a lieu de tenir compte de ces indications et de celles relatives au grand Coolidge dans l'emploi de ces tubes en Radiothérapie

A. — L'Electro-densimètre instrument de mesures des quantités de rayons X. — Des mesures antérieures avaient été faites par Monsieur le Professeur Cluzet en employant le procédé Sabouraud et en examinant, le virage des pastilles au platinocyanure de longueur sous l'influence des Rayons X.

Ces mesures avaient été effectuées avec le petit tube Chabaud qui permettait de placer les pastilles à une distance de l'anticathode égale à 8^{cm}, distance fixe exigée par l'auteur du procédé.

Nous n'avons pas cru devoir nous en tenir à la méthode de Sabouraud ni d'ailleurs à la méthode chromoradiométrique de Bordier qui utilisent l'effet Villard parceque ces méthodes présentent une cause d'erreur très importante due à la difficulté dans l'appréciation des teintes.

En outre, le virage des pastilles peut-être influencé aussi bien par les rayons X que par la chaleur radiante du tube et par l'état hygrométrique de l'air.

D'autre part, le réactif présente des variations notables dans sa radiosensibilité.

Nous avons donc repris les mesures d'ordre plus scientifiques comportant des données électriques plus caractéristiques employées déjà par divers auteurs et notamment par Monsieur le professeur Cluzet, nous voulons parler de la méthode électroscopique dont nous allons décrire l'appareillage puis la technique et citer enfin les expériences faites par nous au centre de Radiothérapie.

Cette méthode, déjà étudiée avec les anciens tubes par de Beaujeu dans sa thèse (Lyon 1909), est basée

sur l'ionisation de l'air par les rayons X et sa conductibilité électrique

L'électroscope qui nous a servi pour nos mesures est un électro-densimètre L. Benoist à feuille d'aluminium unique, que nous allons décrire (fig. 4).

Il se compose d'une boîte en métal peinte en noir et vernie, de forme cubique présentant sur deux de ses faces latérales une fenêtre, l'une fermée par un verre dépoli glissant de haut en bas dans une rainure, l'autre également fermée, mais par un verre transparent permettant de lire les déviations de la feuille d'aluminium sur le secteur gradué de l'appareil.

Ce secteur porte deux échelles superposées, la supérieure graduée en degrés de 0 à 90, l'inférieure de 0 à 30 graduée en Franklins.

La face supérieure de l'appareil porte en son centre une petite cheminée exposée normalement aux rayons X laissant passer la tige de cuivre qui supporte le disque de cuivre sur lequel est fixée par une de ses extrémités la feuille d'aluminium.

En face de ce disque fixe qui porte la feuille, se trouve, un deuxième disque pouvant se mouvoir de l'extérieur et permettant par son rapprochement de décharger rapidement l'appareil.

La tige de cuivre est isolée dans la cheminée de l'appareil par un disque formé d'un mélange de soufre et de paraffine fondus ensemble qu'elle traverse en son milieu.

Au sommet de la tige de cuivre, se trouve un cylindre à douille en cuivre sur lequel nous avons

adapté un plateau constitué par un disque de plomb sur lequel on fait arriver les rayons X.

Un manchon de cuivre s'adaptant sur la cheminée de l'appareil préserve la tige de cuivre supportant la feuille, de toute ionisation étrangère à celle qu'elle reçoit de son plateau.

Celui-ci affleure la partie supérieure du manchon de cuivre.

Mais l'électro-densimètre ainsi constitué n'était point suffisamment protégé contre les radiations secondaires, ni contre l'ionisation latérale de l'air ambiant et se déchargeait plus ou moins rapidement. Il fallait donc l'isoler ce que nous faisons à l'aide d'une caisse de plomb. Nous avons donc employé après Monsieur le Professeur Cluzet une caisse en plomb, formée de feuilles de 5^{mm} d'épaisseur et munie d'un couvercle mobile, également en plomb, et percé à sa partie centrale d'une petite ouverture de 1^{cm}² pouvant être obturée à volonté par un petit carré de plomb de même épaisseur que le couvercle (fig. 5).

La coaptation du couvercle et de la caisse se fait rigoureusement grâce à un polissage minutieux des arêtes formant les bords de la caisse.

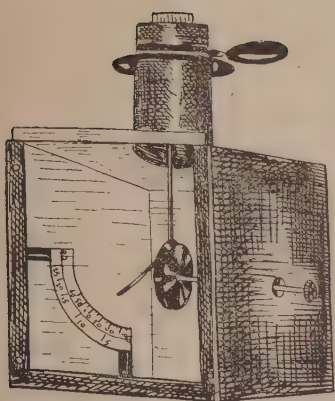


Fig. 4. — L'Électrodenzimètre

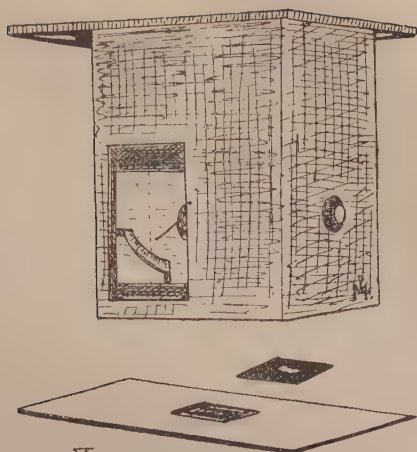


Fig. 5. — Le même isolé dans sa caisse

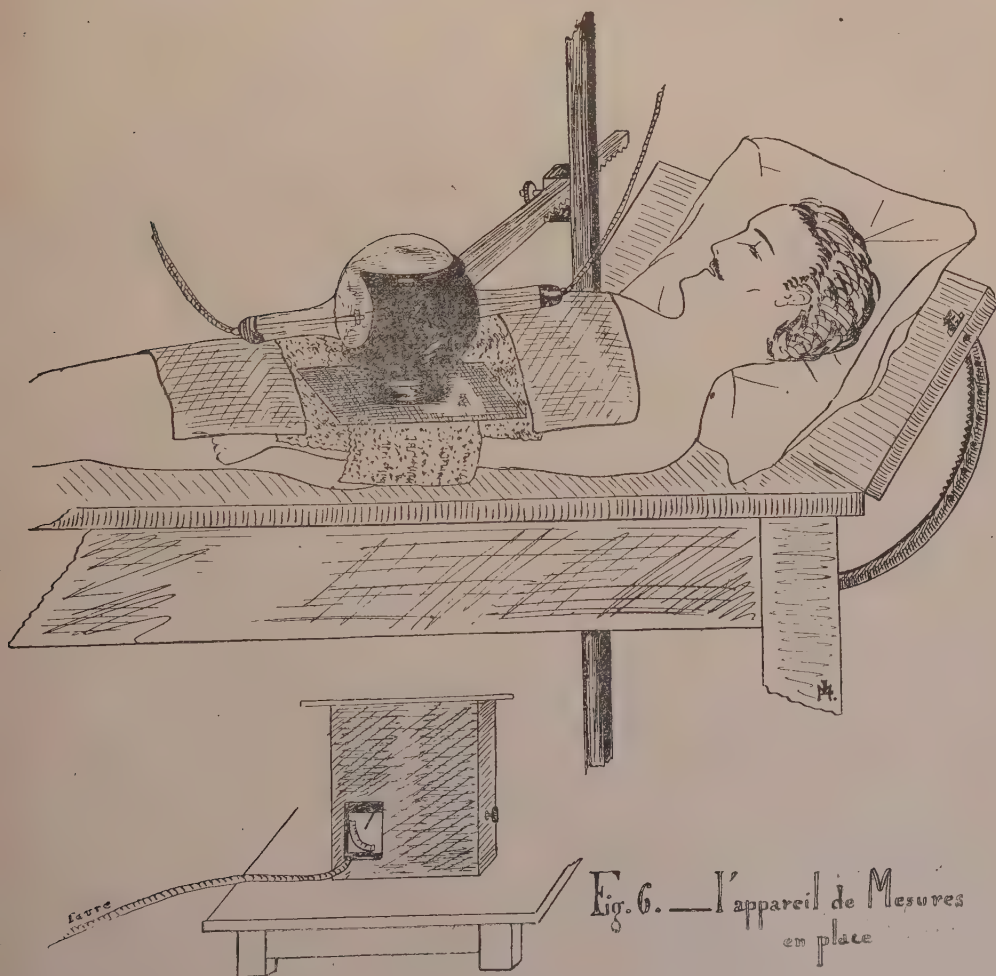


Fig. 6. — L'appareil de Mesures
en place

Celle-ci présente également sur deux de ses faces latérales, deux fenêtres servant à faire la lecture des déviations de la feuille d'aluminium et sur une troisième face une troisième ouverture laissant passer le bouton de commande du disque mobile de l'électroscope.

En outre, nous garantissons complètement l'appareil contre toutes modifications électriques extérieures par une mise au sol, à l'aide d'un fil conducteur accroché d'une part à l'une des parois de la caisse de plomb, d'autre part à une conduite d'eau.

Nous avons eu aussi à nous mettre en garde contre l'influence du degré hygrométrique de l'atmosphère ; pour cela, nous plaçons à l'intérieur même de l'électro-densimètre et dans un angle de celui-ci un petit godet renfermant des fragments de potasse caustique.

Ce godet ne gêne nullement la manœuvre de la feuille d'aluminium ni celle du disque mobile.

Dans la caisse de plomb nous plaçons également un verre à précipités de petites dimensions renfermant de l'acide sulfurique.

Pour faire fonctionner l'électro-densimètre c'est à dire pour le charger, nous commençons à agir sur la vis de commande extérieure qui plaçait les deux disques de l'électroscope à une distance constante de 20 millimètres. A l'aide de deux traits à l'encre de Chine, sur la fenêtre transparente de l'appareil nous avons repéré l'écartement des deux disques et par suite cette distance.

B. — Charge de l'appareil. — Mesures. — C'est de la technique de l'une de nos mesures que nous allons parler.

L'électro-densimètre étant placé dans sa caisse de plomb sous la table qui devait supporter le malade et relié au sol, comme nous l'avons dit plus haut, nous faisons placer l'ampoule à hauteur voulue au-dessus du plan de la table en principe 40^{cm} comptés à partir de la cathode.

Le centre de l'ampoule était à cette hauteur, mis en correspondance avec le plateau de l'électroscope grâce à deux visées perpendiculaires avec le fil à plomb qui par recoupement faisaient se correspondre également le centre du plateau et le centre de l'ampoule.

La position étant bien définie, nous enlevions le couvercle de la caisse de plomb puis nous procédions à la charge même de l'appareil.

Pour cela, nous avions fixé à une baguette de bois, un fil conducteur isolé et rigide et terminé à l'une de ses extrémités en crochet.

Ce crochet était relié d'une part au fil à haute tension connecté à la cathode, par l'autre extrémité nous nous approchions du plateau de l'électroscope.

La manipulatrice fermait et ouvrait rapidement le courant de la bobine à notre signal, l'électro-densimètre se trouvait chargé.

Nous replaçons alors avec beaucoup de précautions le couvercle de plomb pour ne pas décharger l'appareil et nous obturions la fente de 1^{cm}² par une petite lame de plomb de même épaisseur.

L'appareil était ainsi prêt à fonctionner pour les mesures, car si l'on faisait fonctionner l'ampoule, l'appareil ne se déchargeait pas, tant que le petit obturateur en plomb restait en place.

Orions-nous, au contraire, la petite lame, si le tube fonctionnait, l'on voyait la feuille d'aluminium baisser rapidement et s'éloigner de sa position horizontale pour arriver à la verticale.

Pour faire nos lectures, nous nous plaçons couchés à plat ventre devant la table et toujours à la même distance de celle-ci et dans la même position de tête.

Tout étant ainsi disposé, nous laissons s'établir la fixité de la feuille d'aluminium correspondant à la position que nous considérons comme stable, après la charge de l'appareil et l'interruption de tout courant ionisateur. Cette position de repos, variait un peu chaque jour par suite des conditions atmosphériques et électriques de la chambre d'expériences.

C'est ainsi qu'elle s'établissait tantôt à la graduation 85, tantôt à 70 tantôt à 75 de l'électro-densimètre.

La position de repos de la feuille étant établie et ayant ordonné à la manipulatrice de disposer le spintermètre à la longueur d'étincelle voulue, nous ôtions la lame de plomb obturatrice du couvercle. A ce moment, la secrétaire chronométrait les temps et nous faisons la lecture.

La manipulatrice fermait au même instant le circuit à haute tension.

Nous observions alors que la chute de la feuille d'aluminium ne se faisait pas toujours avec la même

vitesse initiale et nous pouvions presque toujours enregistrer trois phases bien distinctes :

1°) De la graduation 70 à la graduation 50, chute rapide et d'inégale progression

2°) Pour les graduations correspondantes de 50 à 30, chute moins rapide et de progression régulière.

3° De 30 à 0 accélération nouvelle de la chute et progression inégale de celle-ci.

Etant donné ces variations, nous avons toujours fait nos mesures en nous servant des graduations comprises entre 50 et 30 ne commençant la lecture qu'à l'instant même où la feuille passait par la graduation 50.

Arrivé à 30, nous avertissions, ce qui permettait à la secrétaire d'arrêter son chronomètre et à la manipulatrice d'ouvrir à nouveau le circuit.

Nous avons fait les mesures suivant cette technique, sans filtre ou avec des épaisseurs croissantes de filtres toujours dans les mêmes conditions.

Dans le cas de l'emploi des filtres, nous les avons toujours placés à des distances suffisantes du couvercle de plomb de la caisse contenant l'électroscope pour éviter les rayonnements secondaires produits par la rencontre de l'aluminium qui auraient pu s'ajouter aux rayons X et décharger trop vite l'électroscope. D'ailleurs, avec les épaisseurs de filtre que nous avons employés, nous n'avions guère à craindre ces rayonnements.

Pour faire des mesures avec le sujet sur la table (fig. 6), nous disposions notre expérience comme précédemment, c'est-à-dire l'électroscope sous la

table, puis le sujet ayant la partie à traiter recouverte d'un filtre, nous appliquions à son contact, la cupule protectrice renfermant l'ampoule et nous faisions fermer le courant du secondaire par la manipulatrice

La chute de la feuille de plomb s'opérait également avec des variations de vitesse tenant à l'épaisseur du filtre, à l'épaisseur du sujet et à la différence du potentiel au spintermètre.

Nous avons pris également de temps en temps, pour des longueurs d'étincelles et des épaisseurs de filtres différentes la qualité du rayonnement en radiographiant, le radiochromomètre Benoist.

Nous avons réunies enfin toutes nos mesures dans les tableaux ci-après en les groupant dans 3 séries d'expériences.

La 1^{re} colonne du tableau représente l'épaisseur du filtre employé.

La 2^e renferme les temps de chute de la feuille d'aluminium comptés pour le secteur compris entre les graduations 50-30 de l'électro-densimètre Benoist.

La 3^e colonne nous renseigne sur la quantité de rayons X transmise ; en opérant la différence nous aurons la quantité absorbée,

Les chiffres que nous indiquons dans nos tableaux, représentent pour les temps de chutes inscrits dans la 2^e colonne les moyennes de 3 ou 4 lectures successives au chronomètre. Sans filtres, dans chacune de nos expériences nous avons convenu que l'inverse du temps de chute représentait 100 unités arbitraires.

Expérience I. — Ampoule Coolidge. — Interrupteur GaiFFE. — Bobine de 35^{cm}. — Intensité 1^m A. 5. — Etincelle 14^{cm}. — Distance de l'Anticathode au plateau 40^{cm}. — Distance des filtres au plateau 21^{cm}.

ÉPAISSEUR D'AL EN ^m / _m	Temps de chute de la feuille de l'élec. Bc. de 50. 30.	QUANTITÉ TRANSMISE	Degrés Radio chron. Benoist
0	10 "	100	n° 7
1	12 "	66,6	n° 8
2	16 "	50	n° 9
3	21 "	38,00	
6	25 "	32	

Expériences II. — Mêmes conditions. — Etincelle 18^{cm}

ÉPAISSEUR D'AL EN ^m / _m	Temps de chute	QUANTITÉ TRANSMISE	
0	8 "	100	n° 8
1	10 "	85,7	
2	11 "	73	n° 9
3	12 "	70,7	n° 10
6	14 "	66,6	

Expériences III. — Mêmes conditions. — Etincelle 20^{cm}

ÉPAISSEUR D'AL EN ^m / _m	Temps de chute	QUANTITÉ TRANSMISE	
0	7 "	100	
1	8	87,5	n° 9
2	10	75	n° 10
3	11	73,6	n° 11
6	16	68,7	
8	18	52,6	

De la comparaison des chiffres obtenus dans les trois expériences mentionnées dans les tableaux ci-dessus, il ressort qu'un filtre de 1^{mm} d'aluminium, laisse passer 66, 6 %, 85, 7 %, 87, 5 % du rayonnement, lorsque l'étincelle équivalente est respectivement de 14^{cm} 18^{cm} 20^{cm} correspondantes à des degrés Benoist de 7 B, 8 B et 9 B.

Pour un filtre de 3^{mm}, les quantités qui traversent le filtre sont avec les longueurs d'étincelle précédentes de 38 %, 71 %, 74 %.

La quantité transmise est donc relativement élevée. C'est ainsi, que si l'on s'en rapporte aux nombres donnés par Belot avec les anciens tubes, un filtre de 1^{mm} d'aluminium transmet seulement 50 % d'un faisceau incident marquant 7 au Radiochromomètre. Nous avons vu plus haut que dans ces mêmes conditions, avec le Coolidge, la quantité transmise était de 66, 6 %.

Donc, ainsi que l'avait déjà montré Monsieur le Professeur Cluzet, le Rayonnement fourni par les tubes Coolidge, paraît plus homogène que celui fourni par les anciens tubes.

On peut encore conclure des nombres ci-dessus, une évaluation relative des doses administrées en thérapeutique, lorsque l'on procède avec et sans filtres.

Nous avons en effet vu plus haut, que la durée d'irradiation employée par nous lorsqu'on se servait d'un filtre de 1^{mm} était trois fois plus grande qu'à feu nu.

Si donc, nous représentons par 100, la quantité de

rayons X administrée sans filtre (dose maximum supportée par la peau, 5 H ou une unité Villard), la quantité qui était donnée lorsque l'on employait un filtre de 1^{mm} peut-être représentée par $66,6 \times 3 = 199,8$.

En unités H, le filtre de 1^{mm} laisse passer $\frac{2}{3} 5 H$; dans les 3 séances, on donne donc $\frac{2}{3} 5 H \times 3 = 10 H$.

Malgré cette augmentation considérable de la quantité de rayons X, la peau de nos malades, n'a jamais présenté de radiodermite, grâce sans doute au filtrage des rayons.

Avec le sujet sur la table, dans un cas de leucémie ce qui représentait une épaisseur de sujet de 29^{cm}, nous avons obtenu avec 18^{cm} d'E. E. et 2^{mm} de filtre un temps de chute de 3' 30".

Avec 20^{cm} d'E. E. et sans filtre un temps de chute de 16".

Avec 20^{cm} d'E. E. et 2^{mm} de filtre un temps de chute de 2' 45".

Ceci nous prouve que le faisceau de R. X ne traverse pas le corps humain sans se trouver modifier dans sa quantité, et qu'une partie plus ou moins dense de ce faisceau est arrêtée par les cellules des tissus ou des organes.

Nous pouvons donc admettre, en considérant d'autre part *les résultats thérapeutiques obtenus*, que cette quantité de rayons X retenue, l'est, en partie, tout au moins sous forme d'énergie thérapeutique.

Dans le cas précédent, alors que l'électroscope nous indiquait pour une intensité de 1^{mA}; 5 et sous 2^{mm} de filtre avec une E. E. de 18^{cm} une durée de chute de 8", nous avons dans les mêmes conditions

et avec le sujet sur la table, correspondant à une épaisseur de tissus de 29^{cm}, constaté une durée de chute de 3' 30".

Avec 20^{cm} d'E. E. et sans filtre, toujours avec le sujet, le temps de chute a été de 16" alors qu'il n'était que de 7" lorsque l'expérience était faite sans le sujet. Nous avons donc une différence de temps de temps de 9" qui correspond à la traversée du sujet et pendant laquelle, le faisceau de R. X doit manifester son action.

De même, avec 20^{cm} d'E. E. et 2^{mm} de filtre sans le sujet, la durée de chute était de 10"; avec le sujet et dans les mêmes conditions, elle fut de 2' 45" soit une augmentation de durée de chute égale à $(120 + 45 - 10) = 155"$

Etant donné d'après nos expériences ; (Expér. III, page 49) que pour une durée de chute de 18" correspondant à une longueur d'étincelle de 20^{cm} et à une épaisseur de filtre de 8^{mm}, la quantité transmise est de 52, 6, pour 155" de durée de chute on peut envisager une quantité de R. X transmise à l'électroscope, absolument infime ; c'est donc dire que presque la totalité du faisceau incident est absorbée par le sujet.

Ce résultat est remarquable, en raison de la forte pénétration du rayonnement employé.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS THÉRAPEUTIQUES

Nous avons dans nos applications thérapeutiques, divisés en 2 grandes classes, les affections à traiter suivant la situation du tissu ou de l'organe.

C'est ainsi que nous avons été amenés à faire alternativement des irradiations superficielles à action surtout cutanée et superficielle et des irradiations profondes atteignant les organes et tissus placés dans la profondeur et ménageant la peau.

Nous ne reviendrons pas sur la technique d'une irradiation, l'ayant suffisamment décrite dans notre chapitre concernant les mesures.

Nous rappellerons simplement les deux lois, qui pour l'irradiation superficielle interviennent dans l'application de celle-ci, c'est d'abord comme pour la lumière *la loi du carré des distances*, à savoir :

La quantité de R. X. reçue par une surface varie en raison inverse du carré de sa distance à l'anticathodé. Ceci n'est vrai que pour de faibles distances car l'absorption des rayons X par l'air n'est pas négligeable et atteint 10 0/0 par mètre.

La deuxième loi est que la dose reçue par la peau est proportionnelle à la durée d'irradiation.

Cette durée d'irradiation a été déterminée en tenant compte des mesures exposées plus haut.

Nous avons vu, en effet, qu'avec $10^{cm}5$ d'E E., l'intensité du rayonnement du Coolidge est la moitié de l'intensité du rayonnement du Pilon (Voir mesures de Monsieur le Professeur Cluzet, page 38). Donc, pour obtenir une même quantité de Rayons X, il semble donc que l'on devrait employer une durée d'irradiation deux fois plus grande avec le premier tube.

Mais, on ne peut assimiler complètement l'action exercée sur l'organisme, à celle agissant sur l'électroscope et ces données expérimentales, ne doivent par conséquent être considérées que comme des indications générales.

Aussi, nous avons procédé graduellement, en augmentant peu à peu la durée d'irradiation avec les tubes Coolidge ; et, l'expérience nous a montré que 7 minutes d'irradiation avec ces données suffisaient pour provoquer le même effet thérapeutique qu'une irradiation de 5 minutes avec le Pilon, toutes choses égales d'ailleurs.

Dans les cas de sycosis notamment, dont nous publions plus loin une série d'observations, l'épilation complète ne fut pas obtenue avec le Coolidge chez plusieurs de nos malades avec une durée d'irradiation inférieure à 7 minutes, tandis que la guérison était obtenue après une irradiation de 5 minutes avec le tube Pilon. Dans les deux cas, l'intensité était de $1^{mA}5$ et la longueur d'étincelle de 10^{cm} .

Pour les irradiations profondes, il nous suffit de dire que nous employons des rayons durs correspon-

quant à des longueurs d'étincelle de 18 à 20^{cm} (pour 1^m, A5), degré 8, Benoist.

Ces rayons étaient en outre filtrés par 2^{mm} d'aluminium ce qui donnait (voir Exp. II et Exp. III, page 49) 9 à 10 Benoist.

La durée d'irradiation était de 21 minutes, toujours avec l'intensité de 1^m, A5.

Or, si l'on s'en rapporte aux mesures électroscopiques mentionnées à notre Exp. II (page 49), la quantité transmise dans ces conditions était de 73 pour cent.

Si donc, nous représentons par 100 ou par 5 H la dose administrée en 7 minutes sans filtre, la dose transmise dans le même temps par 2^{mm} d'aluminium est de 73 ou $(\frac{73}{100} \times 5 \text{ H})$ et pour les 21 minutes, nous obtenons 219 ou $[(\frac{73}{100} \times 5 \text{ H} \times 3)] = 11 \text{ H}$.

Comme nous l'avons fait observer à propos des irradiations correspondant à 10^{cm} d'étincelle, cette forte dose n'a jamais déterminé de radiodermite, par suite sans doute de la forte pénétration des rayons et de l'intervalle de trois semaines, qui séparait deux irradiations successives.

Pendant la période qui s'est écoulée du 17 mars 1919 au 14 octobre 1919, 855 malades ont été traités correspondant à un chiffre total de 1390 irradiations.

Pour le mois d'avril 1919 par exemple, nous donnerons ainsi qu'il suit la statistique des affections présentées par ces malades

Adénites.....	17
Polyadénites.....	2
Cicatrices adhérentes.....	68

Névrômes.....	3
Lupus érythémateux.....	1
Lupus tuberculeux.....	1
Loupes-kystes sébacés.....	2
Sycosis.....	12
Folliculites.....	1
Cicatrices plantaires.....	3
Lymphadénome.....	1
Névrites.....	1
Adénopathies.....	1
Moignons douloureux.....	2
Ulcération de la langue.....	1
Cicatrices hypersensibles.....	1
— palmaires.....	1
— douloureuses.....	9
— rétractiles.....	1
— chéloïdiennes.....	9

Nous donnons dans le tableau suivant, les chiffres de malades correspondant à chaque mois de traitement :

Mars.....	121
Avril.....	137
Mai.....	121
Juin.....	109
Juillet.....	122
Août.....	120
Septembre.....	63
Octobre.....	62

Ce qui correspond au total de 855 donné plus haut

Parmi les résultats obtenus pour les irradiations superficielles, nous dirons que :

Dans les cicatrices adhérentes étendues, la radiothérapie nous a donné toujours de très bons résultats ainsi que pour les cicatrices douloureuses. En général, la douleur disparaissait souvent, les adhérences également et la souplesse devenait plus grande.

Pour ces affections d'ailleurs, la Radiothérapie a été employée concurremment avec la Radiumthérapie, celle-ci étant réservée aux cas de cicatrices peu étendues.

Pour les cicatrices chéloïdiennes, nous avons également obtenu d'excellents résultats qui se traduisaient par un assouplissement rapide et une diminution de volume de la cicatrice ; celle-ci était moins exubérante et finissait par s'effacer. Nous opérons généralement en 3 séances de 7', avec un filtre de 1^{mm} et 10^{cm} d'E. E. et une intensité de 1^{mA} 5. Dans les quelques cas, où les résultats après les 3 premières séances étaient insuffisants, et après un repos de 3 semaines, nous faisons 3 nouvelles séances d'irradiation qui amenaient habituellement la guérison.

Dans les dermatoses, nous signalerons les bons effets produits, sur les folliculites, les teignes faveuses, l'acné chéloïdienne, les ulcères variqueux, etc., mais c'est avec les sycosis de la barbe, surtout d'origine trichophytique que nous avons eu le plus de satisfaction, arrivant rapidement après trois séances d'irradiation, (la région atteinte étant divisée en 3 zones et chaque zone étant par conséquent irradiée

une seule fois) à une guérison complète sans aucune sensation douloureuse.

Nous avons eus à traiter cependant quelques récidives.

Les malades nous étaient adressés pour la plupart par le Centre de Dermatologie et Syphiligraphie dirigé par Monsieur le Professeur Nicolas.

Nous citerons dans le tableau ci-dessous quelques observations de cas traités suivant notre méthode.

	NOMS	CORPS	AFFECTIONS	NOMBRE DE SÉANCES	FILTRES	AMPÉ- RAGE	LONGUEUR E. E.	RÉSUL- TATS
1	...chard.	54 ^e Art ^h ...	Sycosis	3 séances de 7'	Sans filtre	1 MA, 5	10 ^{cm}	Guéri
2	...maire.	85 ^e Art ^h ...	»	»	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»
3	...vrain..	2 ^e gr. Afr.	»	»	»	1 MA, 5	9 ^{cm}	»
4	...inet...	120 ^e Inf ^h ...	»	»	»	1 MA, 5	9 ^{cm}	»
5	...noit...	34 ^e Art ^h ...	»	»	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	Guéri
6	...ounet.	22 ^e Inf ^h ...	Sycosis	4 séances de 7'	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»
7	...quesne	14 ^e C.O.A.	»	3 séances de 7'	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»
8	...kers...	6 ^e Art ^h ...	»	»	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»
9	...rand..	28 ^e Alpins	»	»	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»
10	...ager..	15 ^e C.O.A.	»	»	»	1 MA, 5	10 ^{cm}	»

La réaction se faisait du 10^e au 13^e jour et se manifestait chez ces malades, par la chute des poils qui repoussèrent ensuite au bout de deux mois.

Nous avons également employés avec succès les rayons X dans le traitement des lupus tuberculeux et des adénites tuberculeuses. Sous l'influence de la radiothérapie, le gâteau de péri-adénite, fond vite et les ganglions s'individualisent de la masse qui était compacte. Ces ganglions diminuent eux-mêmes de volume, et durcissent ; en même temps que cette diminution de volume, a lieu aussi la cessation de la douleur et de la compression.

Nous opérons, pour les adénites par irradiations successives de 3 séances de 7 minutes par mois, avec filtre de 1^{mm}, 13^{cm} d'étincelle équivalente et un milliampérage de 1^{MA} 5.

En général, neuf séances correspondantes à trois mois de traitement faisaient complètement rétrocéder des adénites bilatérales volumineuses.

Il arrivait que parfois la peau se pigmentait, mais cette pigmentation disparaissait au bout d'un certain temps.

Nous avons choisis comme exemple d'irradiation profonde, celle de la leucémie, la rate en raison de phénomènes actifs de prolifération cellulaire dont elle est le siège étant un organe extrêmement sensible aux rayons X.

Nous étudierons donc en détail un cas de leucémie myéloïde qu'il nous a été permis de suivre pendant quelques mois. Mais auparavant nous retracerons en quelques lignes l'historique de la question.

Le premier cas de leucémie traitée et améliorée par la radiothérapie a été publié par Pusey en 1902 dans « The journal of am. Méd assoc., 12 avril 1902 »

mais c'est à Senn de Chicago que revient l'honneur dans « The New-York méd. journal, 18 avril 1903 » d'avoir attiré l'attention sur ce traitement.

Depuis, nous citerons les travaux de Bangor, Bryant, Brown, de Crane, de Smith et de Krone, de Heinacke en Allemagne, de Guilloz, Spillmann, Barjon, de Bécclère, Aubertin et Beaujard en France et de Bozzolo et Guéna en Italie.

Les travaux ont été depuis cette époque de plus en plus nombreux et de plus en plus importants.

Nous allons maintenant donner l'observation d'un malade atteint de leucémie myéloïde et ayant appartenu au service de M. le Professeur Roque, malade qu'il nous a été permis de traiter et de suivre au Centre de Physiothérapie.

C...orta P., 40 ans, sous-officier de carrière au X^e Infanterie.

A. H., rien à signaler.

A. P., Rougeole à 8 ans. Pas de syphilis.

Pas d'éthylisme.

Parti au début de la guerre.

Gazé en mars 1918, à Reims, et évacué.

Vers le 5 mai 1919, le malade étant en convalescence chez lui, découvre lui-même dans la moitié gauche de l'abdomen une grosseur très dure, non douloureuse, du volume d'une tête d'enfant à la naissance, qui descend jusqu'à la crête iliaque gauche.

Il est constipé et voit un médecin qui pose le diagnostic d'hypertrophie de la rate.

On lui fait une première numération de globules qui donne 322.000 globules blancs et 2.200.000 globules rouges, il n'y a pas d'hématozoaires dans le sang.

Envoyé le 17 juin à Vichy, il n'y subit aucun traitement radiothérapique et en repart le 3 juillet, date à laquelle le malade est envoyé sur le Centre de radiothérapie de Montferrand.

Là, on irradie une première fois sa rate le 9 juillet ce qui le 31 juillet

porte à 4 séances de 15 minutes le total des irradiations subies (la rate était divisée en 4 portions et l'on traitait 1 portion chaque mardi — pour ces séances l'ampoule et le filtre étaient éloignés de 20^{cm} du sujet).

La réaction cutanée fut légère mais suivie de pigmentation marquée.

Pas de numération nouvelle.

Le malade part de Clermont-Ferrand le 10 août avec une convalescence de un mois.

Au cours de son voyage et de passage à Lyon, il se trouve très fatigué et est hospitalisé à Lyon-Desgenettes, puis dirigé sur le Centre de Radiologie et de Physiothérapie où nous avons été appelés à le voir. Nous donnerons plus loin un tableau récapitulatif des séances d'irradiation que nous lui avons fait subir et pour lesquelles nous avons procédé à l'irradiation segmentaire de la rate.

Le malade entre le 6 septembre dans le service de M. le Professeur Roque à l'Hôtel-Dieu. A l'entrée, il présente une faiblesse extrême des troubles digestifs, une digestion un peu lente, sans anorexie complète, des palpitations cardiaques, des coliques douloureuses et de la diarrhée. Depuis mars 1918 il a maigri de 27 kilogs.

Douleurs intermittentes juxta-épiphysaires surtout localisées aux membres inférieurs, dans la nuit du 6 au 7 septembre 1919 a eu 49 selles, a vomi abondamment dans la nuit.

Mais, depuis 4 ou 5 jours n'a plus de température le soir et diminution de la rate.

A l'examen, malade à mauvais état général, au facies pâle jaunâtre, pâleur des conjonctives et des muqueuses, amaigrissement apparent.

Développement des parties supérieures de l'abdomen qui paraît ballonné comparé à la partie inférieure et à la maigreur thoracique et à celles des membres.

Exagération de la circulation veineuse complémentaire.

Météorisme et sonorité périombilicale. La matité du foie se prolonge au-dessous des fausses côtes jusqu'à 2 travers de doigts. Son bord inférieur est bien perceptible à la palpitation et non douloureuse sur la ligne médiane; cette matité descend jusqu'à 3^{cm} au-dessus de l'ombilic se confondant avec la matité splénique.

La rate, occupe l'hypocôndre gauche. Le malade affirme qu'elle atteignait la fosse iliaque gauche, s'arrêtant un peu au-dessous de la crête iliaque gauche et qu'elle aurait considérablement diminuée à la suite de la Radiothérapie depuis 5 ou 6 jours.

On délimite bien, son bord antérieur assez mince formant sous la peau un ressaut visible même à l'inspection.

Elle descend à 4 bons travers de doigts au-dessous des fausses côtes.

La matité du côté thoracique remonte aussi sur la ligne axillaire sous le rebord costal jusqu'au 4^{em} espace intercostal.

Varices légères aux membres inférieurs qui se seraient développées en même temps que l'hypertrophie splénique.

Pas d'œdème actuellement.

Amygdales non hypertrophiées.

Chaîne carotide droite quelques petits ganglions superficiels durs et non douloureux, de même dans le creux axillaire droit.

Pas d'hypertrophie des ganglions inguinaux.

Rien au cœur, ni aux poumons. Rien du côté de l'appareil urinaire, ni sucre, ni albumine à l'entrée.

Nous avons dans le tableau suivant rassemblés les résultats des irradiations successives pratiquées sur le malade ; ils nous renseignent en particulier sur les variations de la formule sanguine sous l'action des rayons X. (Nous devons les divers nombres de ces formules sanguines à l'obligeante amabilité de Monsieur Chevallier, moniteur des travaux pratiques de Physique, à la clinique de Monsieur le Professeur Roque).

DATES des Irradiations	DURÉE de pose	ÉPAISSEUR de filtre	ÉTENDUE équival.	MILLI- RÉFRACTION	DISPOSITION de la partie malade	EXAMENS DU SANG	
						Dates	FORMULE SANGUINE
						Mai 1919	Hématies 2,200.000 leucocytes 322.000
Août 1919	25	2 ^{mm}	48 ^{cm}	4,5	Rate		
	26						
	27	2 ^{mm}	48 ^{cm}	4,6	Divisé	27 août	H. 2.000.000 Myél. 7 0 0 L. 400.000 Poly. 45 0 0
	28						
Sept. 1919	29	Id.	Id.	Id.	En 3 zones		
	30						
	1	Id.	Id.	Id.	Id.		
	2						
	3	Id.	Id.	Id.	Id.	9 sept.	H. 3.250.000 L. 87.000
		Id.	Id.	Id.	Id.	16 sept.	H. 3.253.000 L. 73.000
							Poly. 38,75 0 0
		Id.	Id.	Id.	Id.	23 sept.	H. 3.800.000 L. 59.000
							Poly. 47,5 0 0
		Id.	Id.	Id.	Id.	30 sept.	H. 3.400.000 L. 97.000
							Poly. 38,75 0 0
Oct 1919	4	2 ^{mm}	49 ^{cm}	4,5	Partie ant.	6 oct.	H. 3.875.000 L. 420.000
	7						Poly. 39,25 0 0
	8	Id.	48 ^{cm}	Id.	Partie lat.	13 oct.	H. 3.950.000 L. 435.000
	13						
	14	Id.	48 ^{cm}	Id.	Partie post.	14 oct.	H. 3.900.000 L. 430.000
	44						
						23 oct.	H. 3.800.000 L. 71.000

Pour ces irradiations successives, nous avons divisés par des lames de plomb la surface à traiter en 3 segments que nous traitons successivement.

Ainsi dans le tissu splénique, les zones irradiées se superposaient sur les régions limites, et par suite, les mêmes points recevaient 2 à 3 fois la même dose sans que la peau soit atteinte.

Nous pouvons résumer ainsi qu'il suit, les résultats des traitements de la leucémie myéloïde par la Radiothérapie.

Les effets bienfaisants de la radiothérapie sur les leucémies portent : (1°) *sur l'état général* du malade (suppression des douleurs, augmentation des forces et du poids) ; (2°) *sur l'état local splénique* ou ganglionnaire et enfin, (3°) *sur la composition du sang* tant par les leucocytes que par les hématies.

Un des effets les plus curieux est la suppression de la fièvre.

La sensation d'augmentation des forces, de bien-être, la diminution de la dyspnée s'effectuent vers la même époque du traitement avant même toute diminution de la rate.

Régression de la splénomégalie, mais à cause de la distension des ligaments, la rate reste ptosée et mobile dans l'abdomen.

Mais, le traitement doit être continué si l'on veut garder le gain acquis parce que, ces régressions de la rate ne persistent pas indéfiniment sans de nouvelles poussées hypertrophiques.

L'examen du sang montre une amélioration portant et sur les leucocytes et sur les hématies.

La diminution de la leucocytose est à la fois le témoin et un facteur de l'amélioration.

Cette diminution n'est pas régulièrement descendante.

D'abord, fréquemment, augmentation passagère des leucocytes après chaque séance, d'ailleurs de plus en plus faible avec le nombre de séances, puis la baisse une fois établie, se poursuit en général, si le traitement est suivi régulièrement.

A côté de la diminution du nombre des leucocytes, se place l'augmentation du nombre des hématies.

Ce chapitre témoigne de l'importance énorme que présentait le service de radiothérapie de Lyon et le chiffre des malades traités est une preuve manifeste de son activité.

Quant aux résultats, nous les voyons très favorables et pleins d'espoir pour une application de plus en plus large de cette arme nouvelle de la thérapeutique moderne que peuvent être les rayons X lorsqu'ils sont bien manœuvrés et très sérieusement mesurés.

CONCLUSIONS

De l'ensemble de notre travail, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1°) Le tube Coolidge malgré son prix actuel, très élevé, offre de réels avantages sur les autres tubes à rayons X aux points de vue notamment de la facilité de sa manœuvre, de son réglage, de la constance de son rayonnement ainsi que de sa robustesse.

Aussi, doit-on, semble-t-il, lui donner la préférence pour les applications radiothérapiques.

Il permet notamment de passer instantanément d'une irradiation très profonde et très pénétrante à une irradiation superficielle et peu pénétrante et vice-versa.

2°) Pour les affections superficielles ne nécessitant pas un filtrage, nous avons administré la dose épilante, qui était obtenue en 7 minutes (au lieu de 5 minutes avec les anciens tubes), avec 10^{cm} d'E. E et une intensité de 1^{mA} , 5.

Pour les irradiations profondes, nous utilisons des longueurs d'étincelle de 14-18-20^{cm} avec des filtres de 1^{mm} 2^{mm} 3^{mm} et les durées d'exposition étaient de 21 minutes ; en outre, un intervalle de 3 semaines séparait deux irradiations successives.

Nous administrions ainsi approximativement des doses de 5 H sans filtre et de 11 H avec filtrage des rayons les plus pénétrants ; ceux ci d'ailleurs,

malgré leur très forte pénétration, sont absorbés presque en totalité par l'organisme comme le montrent nos mesures électroscopiques.

3°) Par cette méthode, nous avons traité avec succès et sans accidents cutanés, des affections parasitaires (trichophyties-favus), certaines affections microbiennes proprement dites (tuberculoses et lupus-acnés, folliculites et sycosis), certaines affections non parasitaires (psoriasis-prurits-chéloïdes-épithéliomas-cicatrices et moignons douloureux), enfin, les affections des organes hématopoïétiques (lymphadénies et leucémies).

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
J. CLUZET.

Vu :

LE DOYEN,
Pour le Doyen, l'Assesseur,
JEAN LÉPINE.

Vu et permis d'imprimer :

Lyon, le 24 Janvier 1920.

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,
JOUBIN.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ARCHIVES D'ELECTRICITÉ MÉDICALE 1914.

AUBERTIN et BEAUJARD. — Action des rayons X sur les leucémies
(Société de Biologie, Juin 1904).

BARJON, CADE, NOGIER. — Lyon médical, 1904, n° 30.

DE BEAUJEU. — Thèse de Lyon, 1909.

BÉLOT. — Bulletin de la Société de Radiologie, 1909.

BERGQNIÉ. — Archives de l'Electricité médicale, 1907.

BENOIST et HURMUZESCU. — Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 1896.

BROCC. — Annales de Dermatologie et Syphiligraphie, Janvier 1916.

BOZZOLO et GUENA. — Gaz. de gli. Ospedale, Avril 1904.

BROWN. — Journal of. Am. méd. Ass., Juillet 1904.

CLUZET. — Lyon médical, 1916 et 1919.

COOLIDGE et MOORE. — Général Electric Review, Avril 1917, New-York.

COOLIDGE. — (Physical investigation work in progress on tubes and
accessories), Am. J. Roentgenol, New-York, 1917.

GROSH et STONE. — J. of Am. méd. A., Juillet 1904.

HEINEKE. — Action des rayons X sur les organes hématopoiétiques
(Deutsch. Zeitsch. f. Chir. LXXVIII).

HELBERT et LINSE. — Action des rayons X sur leucocytes (Deutsch.
Arch. f. Klin. méd., p. 479).

JOURNAL DE RADIOLOGIE ET D'ELECTROLOGIE, 1916, 1918.

JEANNEAS. — Précis de Radio, diagnostic.

KNOX. — Discussion on experiments and experiences with the Coolidge tube (Arch. Radiol. et Electrol., London, 1916-17).

LEDoux et LEBARD. — Principes rationnels de dosimétrie radiologique (Journal de Radiologie et d'Electrologie, Paris, 1916).

LOSSEN et MORAWITZ. — (Recherches sur leucémiques irradiés).

LENHARTZ. — Congrès de Wiesbaden, Avril 1905.

Marcel BOLL et Luc. MALLET. — C. R. Acad. Sciences, 1916.

MATHÉ. — Manipulations radiologiques.

PILON. — Le tube Coolidge, 1919.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ELECTRICITÉ, 1917.

RÖNTGEN — Sitzungsberichte der Würzburger Physik. méd. Gesellschaft, 1895.

SHEARER. — Le tube Coolidge (Journal de Radiol. et d'Elect. 1919, page 337).

SCHIEFFER. — Münch. méd. Woch., 1903.

SCHLEIP et HILDEBRANDT. — Münch. méd. Woch., 1903.

SCHWEINBURG. — Wien. méd. Woch., 1903.

TÜRCK. — Congrès de Wiesbaden, Avril 1903.

UNVERRICHT. — Münch. méd. Woch., 1903.

VAQUEZ et AUBERTIN. — Tribune médicale, Juin 1906.

VILLARD. — Archives d'Electricité médicale, Septembre 1908.

WINTZ. — Eine Spezialrohre für Tiefenbestrahlung (München méd. Woch., 1916).

WOLFF. — Radiothérapie et leucolyse dans la leucémie (Wiener Kl. Woch., 1903).

WEBER. — Améric. méd., Mai 1904.

WINDEL. — München. méd. Woch., 1903.

WINKLER. — München. méd. Woch., 1903.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
—	—
AVANT-PROPOS	9
INTRODUCTION ET PLAN.	11
CHAPITRE PREMIER. — Etude physique du tube Coolidge	13
CHAPITRE II. — A. Montage du Tube	24
B. Technique radiothérapique employée. . . .	28
CHAPITRE III. — L'Electro-densimètre, instrument de mesure	
des quantités de rayons X	40
B. Mesures.	45
CHAPITRE IV. — Résultats thérapeutiques	53
CONCLUSIONS	66
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	68

